CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY
30 MAR 1992
CONRADI, H.
1900

[Aus dem bakteriologisch-hygienischen Institut der Universität Strassburg.]

Die Hyphomycetennatur des Rotzbacillus.

Von

Dr. H. Conradi,
Assistenten des Institutes.

(Hierzu Taf. III u. IV.)

Separat-Abdruck aus der

Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten.

Herausgegeben von R. Koch u. C. Flügge.

Dreiunddreissigster Band.

1900.

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.

[Aus dem bakteriologisch-hygienischen Institut der Universität Strassburg.]

Die Hyphomycetennatur des Rotzbacillus.

Von

Dr. **H. Conradi,**
Assistenten des Institutes.

(Hierzu Taf. III—IV.)

In neuerer Zeit haben einige Morphologen die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen von Verzweigungen bei solchen Mikroorganismen gelenkt, welche die herkömmliche Systematik zur Classe der Schizomyceten verwies. Und in der That rechtfertigt sich auf Grund der vorliegenden Thatsachen die Auffassung, dass bei den Erregern von Diphtherie und Tuberculose der gleiche Verzweigungscharakter in Erscheinung tritt, wie bei den höheren Pilzen. Während frühere Beobachter geneigt waren, die Zweigformen im Sinne einer Pleomorphie der Bakterienspecies zu deuten, wird heute die Anschauung verfochten, dass die Astbildung — eine normale Entwickelungsstufe vollkräftiger Individuen — die Mikroben der Diphtherie und Tuberculose aus der Gruppe der Schizomyceten herausreisst und sie zu der Aktinomycesgattung in innige, genetische Beziehung bringt. Neuerdings nun hat E. Levy in Verfolg seiner Studien über die Aktinomyceten (1) beobachtet, dass auch der Rotzbacillus in Culturen typische Verästelungen bildet. Diese Wahrnehmung gab den Anstoss zu näherem Nachforschen. H. Marx (2) beschrieb dann zuerst die erhobenen Befunde: Auf 3 bis 4 Wochen alten Kartoffel- und Mohrrübenculturen, bei 22° und 37° herangezüchtet, wurden vereinzelte, gabelförmige Verzweigungen, Fäden und Knospen von inconstanter Form und Grösse aufgefunden. In Kürze wird noch auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der Rotzbacillen zu den Aktinomyceten verwiesen. Inzwischen haben letzthin diese Ergebnisse durch Galli-

Valerio (3) eine Bestätigung erfahren, ohne dass ihnen wesentlich Neues hinzugefügt werden konnte. Verfasser kam daher einem Wunsche von Hrn. Prof. E. Levy entgegen, als er sich das Ziel setzte, nochmals die Morphologie des Rotzbacillus zu studiren, allerdings von anderen Gesichtspunkten aus. Die bisherigen Beobachter nämlich haben zwar den mannigfaltigen Formenkreis des Rotzbacillus im Einzelnen genau und sorgfältig geschildert, vergassen aber darüber, den Zusammenhang seiner Wuchsformen zu verfolgen. Und doch wird insbesondere durch die Feststellung des successiven Entwickelungsganges einer Art diese dem Verständniss näher gerückt. In den folgenden Ausführungen geht daher die descriptive mit der entwickelungsgeschichtlichen Betrachtung Hand in Hand.

Als Ausgangsmaterial dieser Untersuchung diente ein Rotzstamm, welcher seit geraumer Zeit schon für die Institutssammlung fortgezüchtet wird. Dem zu Folge war auch die Virulenz völlig erloschen Selbst die subcutane oder intraperitoneale Einverleibung von Culturmengen bis zu 10 ccm zog keine Krankheitserscheinungen nach sich. Damit stand die saprophytische Natur des Stammes fest, und von dem Thierversuch war diesmal keine Erhärtung der Rotzdiagnose zu erwarten. Uebrigens konnte hier der Mangel einer Pathogenität ohne Weiteres unberücksichtigt bleiben, weil dieser für Fragen systematischer Natur nur geringfügige Bedeutung beigemessen wird [vgl. Migula (4)]. Mit um so grösserem Bedacht war nunmehr die Prüfung seiner Cultureigenschaften vorzunehmen. Und diese boten keinerlei Abweichungen von der Norm. Besonders charakteristisch verhielt sich das Wachsthum auf Kartoffeln bei 37°: binnen einer Woche stellte sich der typische, braunrothe Belag ein. Auch die übrigen herangezogenen Nährmedien boten die hinlänglich bekannten Verhältnisse. Fügen wir vollends hinzu, dass als häufigste Form kleine, schlanke, zuweilen gekrümmte Stäbchen von 1 bis 3 μ Länge und 0·1 bis 0·4 μ Breite in sämmtlichen Culturen sich vorfanden, dass sie unbeweglich, sporenlos, für Gram'sche Färbung negativ sich verhielten, so kann die Identität des Stammes mit Rotz nicht mehr zweifelhaft sein.

Wir beginnen mit der Beschreibung jener Wuchsformen des Rotzbacillus, welche zwar an Häufigkeit hinter den wohlbekannten Typen sehr zurückstehen, die aber vermöge ihrer morphologischen Eigenart auf seine Stellung im botanischen System einiges Licht werfen. Die beste Einführung und Uebersicht gewährt die Betrachtung der Photogramme (Taf. III, Figg. 1, 2, 3), welche von Carbolfuchsin-Präparaten 3 bis 4tägiger Glycerin-Agarculturen hergestellt sind. Man erblickt hier ein dichtes, wirres Geflecht auffällig langer Fäden, die regellos sich durch einander schlingen, und bald schnurgerade, bald vielfach gewunden nach allen Seiten hin das

Gesichtsfeld durchkreuzen. Innerhalb dieser engmaschigen, hyphenartig verfilzten Netze mit ihren zierlichen Rankenanastomosen liegen isolirte, kleinere Fäden im bunten Durcheinander. Manche Exemplare besitzen eine ungewöhnliche Grösse, viele erstrecken sich noch über ein Gesichtsfeld hinaus und erreichen bei einer Breite bis zu 1.5 μ eine Länge bis zu 150 μ und damit das 50fache ihres sonstigen Wuchses. Aehnliche Fäden von so ungewöhnlicher Grösse hat schon Semmer (5), und vor ihm Brazzola[1] beschrieben.

Bei genauerem Zusehen wird an einzelnen Individuen die Gliederung eines Fadens in Basis und Scheitel deutlich erkennbar, so zwar, dass sein Dickenwachsthum nach unten zu eine merkliche Zunahme erfährt, während er sich nach oben hin allmählich verjüngt und in einer feinen, lang ausgezogenen Spitze endigt (vgl. Taf. IV, Fig. 4). Eine weitere Eigenthümlichkeit bilden die Vacuolen, welche die Septirung des Fadengerüstes bedingen. Innerhalb eines Fadens nämlich treten bisweilen runde oder ovale, ungefärbte Lücken in inconstanter Zahl und Anordnung auf, die seine Gesammtlänge in verschieden grosse Fragmente zerlegen (vgl. Taf. III, Fig. 1). Was ihre Breite angeht, so nehmen sie gewöhnlich die ganze Dicke eines Fadens in Besitz, ohne aber jemals über dieselbe hinaus zu gehen. Ihre Abgrenzung gegenüber dem tief dunkelroth gefärbten Fragment erweist sich als eine ausserordentlich scharfe. Somit wird der Eindruck hergestellt, als ob ein Faden aus einem Mosaik ungleich grosser Protoplasmaplatten sich zusammensetze. In diesem Sinne hat auch Semmer (5) von einem milzbrandähnlichen Wachsthum des Rotzfadens gesprochen.

Von vornherein ist der Möglichkeit Raum zu geben, dass in den Lücken nur der imposante Ausdruck einer Querwand- und nicht etwa einer Vacuolenbildung zu erblicken sei. Dieser Annahme sind jedoch mehrere gewichtige Gründe entgegen zu halten. Einmal die Unregelmässigkeit der Gestalt dieser Gebilde, weiterhin die Regellosigkeit ihrer Anordnung innerhalb der einzelnen Fäden, endlich ihr Unvermögen, auf irgend welche Färbemittel zu reagiren. Und doch kommt Zellwänden ohne Ausnahme eine schwache Färbbarkeit zu, wie ja auch die Seitencontouren der Lücken leicht rosa sich tingiren. Darnach ist die Auffassung einer Querwandbildung zurückzuweisen. Die erwähnten feineren Details lassen sich unschwer demonstriren, wenn man nur die Präparate schwach mit Carbolfuchsin färbt oder noch besser mit Jodtinctur behandelt. Nimmt man ältere, beispielsweise 8tägige Culturen zur Hand, so lässt sich in der Regel eine erhebliche Zunahme der Vacuolen darthun. Auch an der Wandung des Fadens tauchen dann seichte Einkerbungen auf, der

[1] Citirt nach Semmer. A. a. O. p. 214.

Faden sieht wie angeätzt aus (vgl. Taf. IV, Figg. 5 und 6*a* und *b*). In dreiwöchentlichen Culturen endlich werden Fäden bemerkbar, bei welchen ein sehr weitgehender Zerfall des Protoplasmas Platz gegriffen hat. Die färbbare Plasmasubstanz ist hier auf kleine, unregelmässige Körnchen von tiefdunkelrother Farbe — Chromatinkörnchen — reducirt, die in ungleichen Intervallen innerhalb der sonst leeren Zellhülle gelagert sind. Daneben trifft man auch völlig plasmaleere Hüllen an, welche nur eben die ehemaligen Zellumrisse wiedergeben.

Nicht viel anders stellen sich die Vacuolen im ungefärbten Präparat dar. Hier gewahrt man nämlich innerhalb des Centralkörpers eines Fadens helle, rund oder oval geformte Körper, welche bei der Färbung als Lücken imponiren. Und so hat man sich auch nicht gescheut, diese eigenthümlichen Gebilde mit der Sporulation in Zusammenhang zu bringen [Baumgarten (6), Weichselbaum (7)]. Dem gegenüber stellt Löffler (8) ihre stärkere Lichtbrechung in Abrede und möchte sie als eine Degenerationserscheinung aufgefasst wissen. Noniewicz (9) wiederum betont in einer späteren Arbeit ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen. Um ihrer physiologischen Bedeutung gerecht zu werden, erscheint es aber nothwendig, ihr erstes Auftreten im Rotzstäbchen und die weiteren Fortschritte ihrer Entwickelung continuirlich unter dem Mikroskope zu verfolgen. Der einfachen Beobachtung muss hier das Experiment zu Hülfe kommen.

Wir beschicken zu dem Zweck einen hängenden Tropfen von Glycerinbouillon mit $^1/_2$ Oese einer eintägigen Rotzcultur. Der erwärmte Objecttisch zeigt die constante Temperatur von 37°. Anfänglich werden die kleinen Stäbchen von 1 bis 4 μ Länge und 0·2 bis 0·4 μ Breite von homogenem, silbergrauem Protoplasma erfüllt, dem fast jedes Lichtbrechungsvermögen versagt ist. Nach 20 Stunden tritt zumeist in der Mitte des Stäbchens ein kleiner, heller, rundlicher Körper von mattglänzendem Aussehen deutlich in Erscheinung, während sonst am Bacillenleib sich keinerlei sichtbare Veränderungen vollzogen haben. Der Unterschied in der Lichtbrechung zwischen diesem Gebilde und dem Plasma zeigt sich äusserst geringfügig, so dass niemals der helle Glanz einer Spore erreicht wird. Färbt man nunmehr mit Carbolfuchsin, so bleibt innerhalb des Centrums, hart bis an die Seitencontouren heran, ein scharf umschriebener Bezirk frei von Farbe, hingegen nehmen die Stäbchenenden mit Begier ein dunkles Bordeauxroth an. Mit Zuhülfenahme der Neisser'schen Farbenreaction treten dann endständige, schwach blaue Polkörner hervor, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit den sogenannten Ernst-Babes'schen Körpern beanspruchen dürfen. Bei weiterem Längenwachsthum eines Fadens werden auch an anderen Stellen in scheinbar regelloser Folge hellere Partieen von schwacher Lichtbrechung sichtbar, welche

die sonstige Homogenität des Protoplasmas durchbrechen. Nach 3 Tagen endlich kommt das Wachsthum des Fadens zum Stillstand, nachdem er seine definitive Grösse von ungefähr 50 μ erlangt hat. Somit lässt sich etwa folgender Entwickelungsgang aufstellen: Anfangs ist der Faden mit einem structurlosen Plasma begabt, dem fast jedes Lichtbrechungsvermögen abzusprechen ist. Erst im Laufe seines Längenwachsthums werden Differenzirungen deutlich, es grenzen sich Partieen ab, welche durch grössere Helligkeit gekennzeichnet sind. Zu gleicher Zeit stellt sich eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Anilinfarben in den Fadenfragmenten ein, welche durch die Vacuolen getrennt werden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird daher die Bildung der Lücken durch constante, normale Wachsthumsvorgänge bedingt, während die lebhafte Farbenreaction der Fragmente in der stärkeren Concentration des Protoplasmas zureichende Begründung findet.

Dieser Auffassung zu Folge stellt erst das Ueberhandnehmen der Vacuolen ein Absterbephänomen dar, und nicht etwa schon ihr blosses Auftreten, wie Löffler argumentirt.[1]

Ausdrücklich muss ferner betont werden, dass niemals bei Beobachtung der in Rede stehenden Gebilde, trotz wochenlanger Versuche am erwärmten Objecttisch, eine Auskeimung beobachtet werden konnte. Zudem vermochte ihre Vacuolennatur durch die Gegenwart plasmolytischer Vorgänge auch direct erschlossen werden. Versetzt man nämlich Rotzbacillen mit deutlicher, centraler Lückenbildung in eine recht schwache Lösung von Kaliumnitrat, so wird man gewahr, dass der Plasmainhalt des Stäbchens collabirt, während die äussere Hülle als zarter Saum sichtbar hervortritt. Bringt man jetzt concentrirtere Salzlösungen in Anwendung, so wird der Plasmabelag vollends von der Bakterienwand abgehoben, und, indem die ganze Zelle sich contrahirt, verschwindet die centrale Lücke. Erst wenn man die Stäbchen in Wasser überträgt, kommt wiederum an der gleichen Stelle die Vacuole zum Vorschein, das Plasma schmiegt sich, wie ehedem, der Wand an, und der ursprüngliche Zustand ist wieder hergestellt. Diese Erscheinungen, sicherlich plasmolytischer Art, bekräftigen unsere Ansicht über die Vacuolennatur der angeblich sporogenen Gebilde.

Angesichts der vorgebrachten Thatsachen nun darf man sich nicht länger auf den positiven Ausfall einer Farbenreaction stützen, den wir übrigens mit neueren Methoden nicht constatiren konnten. Und, so lange das Hauptkriterium der Sporulation, die Auskeimung, versagt, dürfte die viel umstrittene Sporenfrage beim Rotzstäbchen bis auf Weiteres als erledigt anzusehen sein.

---

[1] A. a. O.

Die Entstehung von Vacuolen innerhalb eines Fadens legt die Vermuthung nahe, dass dieser von einer wohl zu sondernden Zellmembran eingehüllt werde. Und in der That lässt sich in einem absichtlich nur schwach gefärbten Präparat bei Gebrauch der Irisblende demonstriren, wie eine blass gefärbte, feine Linie die Vacuole beiderseits begrenzt und dann weiter als Verbindungssaum hin zum Fadenfragment zieht. Hier tritt sie nunmehr völlig zurück, weil vermuthlich die sehr dünne Membran sich fest dem Protoplasmainhalt anpresst. Uebrigens ist man in der Lage, auch im ungefärbten Präparat, wenn auch weniger eindrucksvoll, die Differenzirung eines Fadens in den kräftigen Centraltheil und die zarte Hüllmembran darzuthun. Oben wurde bereits auseinandergesetzt, dass die Errichtung von Querwänden innerhalb des Fadengebäudes nicht statt hat. Stellt man nun hierzu die Thatsache, dass ein Faden von einer Zellscheide umschlossen wird, so folgt ohne Weiteres der Schluss, dass jeder Faden trotz seiner zahlreichen Fragmente nur aus einer einzigen Zelle sich zusammensetzt. In Anbetracht seiner erstaunlichen Länge, die ja bis zu 150 μ betragen kann, ist diese Einheit seines Aufbaues mit um so grösserem Nachdruck hervorzuheben, und wir halten dafür, die Fadenform beim Rotzbacillus als eine Riesenwuchsform anzusprechen.

Bei der bisherigen Erörterung wurde eine morphologische Eigenart ausser Acht gelassen, welche unser volles, theoretisches Interesse erheischt: Wir reden nunmehr über die Verzweigungsformen des Rotzes. Allein die oberflächliche Betrachtung der verschiedenartigsten Culturen von 2- bis 14tägigem Wachsthum hat das merkwürdige Ergebniss, dass die Fäden bisweilen ein anscheinend reich verzweigtes Geäste bilden. Das Auffällige dieses Befundes käme zwar in Wegfall, wenn die Ursache des Entstehens der Zweige sich auf die so beliebte Involution, auf die Erschöpfung des Nährbodens und das Siechthum der Art zurückführen liesse. So hat ja auch A. Fischer (10) die Astbildung bei den Erregern von Diphtherie und Tuberculose zu deuten sich bemüht. Jedoch beim Rotz ist dieser Erklärungsversuch schon aus dem Grunde nicht anwendbar, weil hier die in Rede stehenden Wuchsformen fast von Anbeginn, vom 2. Tage ihres Wachsthums an, in sämmtlichen Culturen auftraten. Die gegentheilige Ansicht A. Fischer's (11), dass schon vom 2. Tage ab die Bakterien der Involution unterliegen, dürfte wenig Anhänger finden. Zudem geht es doch nicht an, von Verkümmerung und Siechthum gerade dann zu reden, wenn in der üppig gedeihenden Cultur die Wachsthumsenergie der Mikroben mit der Entfaltung der imposanten Verzweigungssysteme ihren Höhepunkt erreicht. Somit taucht eine neue Fragestellung auf: Entweder handelt es sich hier um die typische, monopodiale Astbildung der höheren Pilze mit der Entstehung eines Mycels, oder aber um eine Scheinverzweigung nach Art der

Cladothrix, oder endlich nur um eine rein zufällige Anlagerung mehrerer Individuen. Nunmehr ist die Aufgabe vorgezeichnet, den Entwickelungsgang des jungen, unverzweigten Stäbchens bis zu seiner Akme, der Zweigbildung, ununterbrochen zu verfolgen, insbesondere aber das Hauptaugenmerk auf das Entstehen der ersten Seitensprossen zu lenken.

Die Versuchsanordnung ist im Wesentlichen bereits mitgetheilt. Nur wird diesmal der hängende Tropfen von Glycerinbouillon mit $^1/_2$ Oese einer Rotzcultur beschickt, welche unter später zu erörternden Bedingungen im Thierkörper herangezüchtet ward. Sie enthält lediglich die typischen Rotzformen, welche 5 μ an Grösse nicht überschreiten und sich ausserdem durch den gänzlichen Mangel jedweder Verzweigungen charakterisiren. Bereits am ersten Tage hebt das Längenwachsthum des Rotzstäbchens an. Sein Plasma erscheint matt, homogen und weist keinerlei besondere Differenzirung auf. Die Bacillen strecken sich nun zusehends, und schon im Verlauf des zweiten Tages wird an vereinzelten Exemplaren die beginnende Astbildung mit aller nur wünschenswerther Deutlichkeit sichtbar. Aus der vergleichenden Betrachtung der verschiedenen Entwickelungsstadien mehrerer Fäden, sowie aus der fortlaufenden Beobachtung ein und desselben Individuums ergiebt sich etwa folgendes Gesammtbild von dem Entstehen der Zweigformen.

Das Rotzstäbchen wächst innerhalb 24 Stunden zu einem kleinen Faden von ca. 5 bis 7 μ Länge aus. Gänzlich unvermittelt wölbt sich jetzt im Laufe des zweiten Tages, zumeist im letzten Drittel des Fadens, seitlich ein scharf begrenzter, kleiner, rundlicher Buckel hervor, welcher durch etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen von dem glanzlosen, homogenen Plasma sich abhebt (vgl. Taf. IV, Fig. 7*a*). Diese Vorbuchtung wächst dann während der nächsten Stunden allmählich in die Länge. Nach weiteren 24 Stunden ist der Vorsprung zu einem kurzen, dünnen Aestchen herangebildet, welches zu dem Stamme eine genau senkrechte Haltung einnimmt (vgl. Taf. IV, Fig. 7*b*). Der Mutterfaden hat sich inzwischen gleichfalls, aber nur um ein Geringes, in die Länge gestreckt, während sein Dickenwachsthum völlig sistirt. In der weiteren Folge wird auch der Seitenspross nach und nach grösser und breiter, ohne aber jemals dem Mutterstamm an Mächtigkeit gleichzukommen (vgl. Taf. IV, Fig. 7*c*). Zugleich ändert der wachsende Zweig seinen ursprünglichen Richtungsverlauf, indem seine frühere, lothrechte Stellung einer mehr spitzwinkligen Platz macht (vgl. Taf. IV, Fig. 7). Gelegentlich konnte auch beobachtet werden, wie ein Seitenspross fast genau in der Mitte sich abknickte und gerade an dem Knickungswinkel eine kleine, knopfförmige Erhabenheit hervorbrechen liess, die sich wiederum ihrerseits zu einem zarten Nebensprossen auswuchs. Dieses Aestchen stand senkrecht auf

jenem Schenkel des Seitensprossen, welcher der Mutteraxe sich zukehrte (vgl. Taf. IV, Fig. 7*d*). Mit den vorstehenden Befunden tritt der Verzweigungsmodus hinreichend deutlich zu Tage.

Zum weiteren Studium der mehr vorgeschrittenen Stadien der Sprossbildung empfiehlt sich die mikroskopische Betrachtung von Glycerinagarculturen, welche bei 37° 3 bis 4 Tage hindurch herangezüchtet wurden. Hier stellen den Haupttypus lange oder kurze Fäden dar, von denen bald ein, bald mehrere Seitenäste unter einem nahezu rechten Winkel sich abzweigen. Liegen die Fäden dichter gedrängt bei einander, so entstehen jene wirren Geflechte, welche an der Hand der Photogramme bereits ihre Besprechung fanden. Von dieser Grundform indessen giebt es zahlreiche Abweichungen. Indem nämlich ein Seitenspross seinerseits wieder einen Nebenast entspringen liess, und gleichzeitig der Mutterstamm von beiden Seiten her seine Zweige entsandte, gingen jene complicirten Gebilde hervor, welche uns die Zeichnungen (Taf. IV, Figg. 8 und 9) wiedergeben. Aber auch bei diesen Verästelungen bleibt stets der Mutterfaden durch die Stärke seines Wuchses, sowie durch die intensivere Aufnahme des Farbstoffes vor den zarteren und blasseren Tochterfäden ausgezeichnet. In keinem Fall löst sich somit die Hauptaxe gabelförmig in zwei gleichwerthige Schenkel auf, und in Folge dessen ist die Annahme einer Dichotomie von vornherein fallen zu lassen. Mit dieser Auffassung kommt auch die directe Beobachtung überein, welche sich die vergebliche Mühe nahm, unmittelbar am Vegetationspunkte das Hervorsprossen von Aesten wahrzunehmen. Die Bifurcationsstelle lag vielmehr stets im unteren oder oberen Drittel eines Fadens, und zwar näher seinem Centrum zugewandt (vgl. Taf. IV, Figg. 8 und 9). Sie trat weder durch besonderes Lichtbrechungsvermögen, noch durch ihr tinctorielles Verhalten irgendwie hervor. Unter sich wiederum wiesen die Seitenäste eines Stammes durchgreifende Unterschiede auf, sowohl im Hinblick auf ihre Gestalt und Grösse, wie ihre Breite und Färbung. Auch die Abstände zwischen je zwei benachbarten Zweigen zeigten mannigfaltige Abstufungen. Gerade hier war es ein schwieriges Unternehmen, aus dem Zufälligen und Besonderen das Allgemeingültige herauszufinden. Mit dem Auftreten von Verästelungen ging auch für den Mutterstamm eine charakteristische Umgestaltung seiner Form einher. Der zuvor pfeilgerade Faden krümmt sich in der Hauptaxe, und genau von dem Punkte seiner stärksten Krümmung nimmt die Seitensprosse ihren Ursprung. Diese verläuft in der Regel in gerader Richtung, doch waren auch Schleifenformen oder gar winklige Abknickungen zu verzeichnen (vgl. Taf. IV, Figg. 9, 7*d*). Sonst boten Fäden wie Sprossen gemeinhin die Eigenthümlichkeiten der Vacuolisirung und Fragmentirung, wie sie bereits oben abgehandelt sind.

Babes (12) hat zuerst die Vermuthung aufgestellt, dass das Auftreten der metachromatischen Körper mit den Verzweigungsvorgängen in gewissem Zusammenhange stünde. So vermochte er darzuthun, dass die Verästelungen von Diphtheriebacillen aus den metachromatischen Körpern des Bacillenleibes ihren Ursprung nehmen. Coppen-Jones (13) hat ferner festgestellt, dass auch in den Zweigbildungen des Tuberkelbacillus die metachromatischen Körper sich vorfinden. Bei dem Rotzbacillus konnte ein analoges Verhalten nicht nachgewiesen werden. Denn einmal breitete sich häufig genug gerade an der Abzweigungsstelle des Hauptstammes eine farblose Vacuole aus und erstreckte sich dann weiter bis in den Seitenzweig hinein — übrigens ein neuer Beweis für die Echtheit der Verzweigungen. Weiterhin gab es Zweigformen genug, bei denen weder Mutterstamm noch Seitensprosse irgend eine distincte Färbung darboten, geschweige denn gar ein metachromatisches Korn aufwiesen.

Das nicht gerade häufige Vorkommen der Verzweigungen war in sämmtlichen Nährmedien schon vom zweiten Tage, mit Sicherheit vom dritten Tage ab, durchgehends zu eruiren. Fehlten sie einmal in einer Cultur, so gab es kein Mittel, die Entstehung dieser Wuchsformen zu begünstigen. Doch lehrte die Erfahrung, dass ein Glycerinzusatz zum Substrat der Schönheit ihrer Formen sehr zu Statten kam. Ueberhaupt scheint es der Mühe werth, der Frage einmal nachzugehen, worauf in letzter Instanz bei Aktinomyces, Tuberculose, Diphtherie und Rotz der begünstigende Wachsthumseinfluss des Glycerins zurückzuführen ist. Es ist nach unserem Dafürhalten die Annahme zuzulassen, dass die nahe Verwandtschaft dieser Organismen auch in der Gemeinsamkeit dieser biologischen Eigenschaft sich documentirt.

Einen anschaulichen Uebergang von den Verzweigungen zu einer anderen, seltsamen Wuchsform des Rotzes, den Keulen, stellen jene höchst eigenthümlichen Gebilde her, bei welchen der Stamm einzelne, schlanke Seitenäste trägt, während seinem Scheitel eine zierliche Keulenkrone aufsitzt (vgl. Taf. IV, Figg. 10*a*, 10*b*). Gerade die Keulenformen sind es, welche einer theoretischen Betrachtung Schwierigkeiten bereiten. Vor der Hand begnügen wir uns damit, die Thatsachen zu registriren. In jungen Culturen von 1- bis 2tägigem Wachsthum herrschen jene Gebilde vor, welche eine frappante Aehnlichkeit mit den Keulenbildungen derDiphtheriebacillen besitzen, auf die Babes (14), Meyerhof (15) u. A. hingewiesen haben (vgl. Taf. IV, Figg. 11, 12, 13). Ihre Länge beträgt hier durchschnittlich 8 bis 10 μ, aber auch mehr, bis zu 15 μ. In ihrer Dicke jedoch bestehen weitergehende Unterschiede. Während nämlich die normale Breite 0·3 bis 0·5 μ misst, zeigt das Ende — oder bisweilen ein in der Mitte liegendes Theilstück — eine Breite bis zu 1·5 μ. Innerhalb

dieser Anschwellungen erscheint das Plasma dichter, concentrirter wie an den übrigen Fadentheilen, wie denn auch die Kolben stets durch ihre stärkere Färbung sich hervorthun. Die Lage, Ausdehnung und Intensität der Auftreibung sind für die mannigfaltigen Formen dieser Gebilde verantwortlich zu machen. Liegt z. B. die kugelförmige Auftreibung in der Mitte, so erinnern die Wuchsformen an jene, welche Preisz (16) bei der Pseudotuberculose beobachtet hat (vgl. Taf. IV, Figg. 14*a*, 14*b*). Bisweilen wird das eine Fadenende peitschenschnurenartig ausgezogen, es stellen sich dann ganz sonderbare Fragmentirungen her; schliesslich zerfällt der Faden in cylindrische oder mehr rundliche, kokkenartige Theilstücke (vgl. Taf. IV, Fig. 15). In älteren Culturen trifft man noch weit ansehnlichere Gebilde an. Hier sieht man Fäden von 40 bis 50 μ Länge, deren Ende — ganz unvermittelt — eine intensiv gefärbte Kugel von 1 μ Radius einnimmt. Ihr Durchmesser giebt somit der Breite eines Aktinomycesfadens nichts nach (vgl. Taf. IV, Figg. 13*c*, 13*d*). Andere Exemplare schwellen ganz allmählich im Verlaufe ihres letzten Drittels bis zu einer Dicke von gleichfalls 2 μ an, den Knüttelformen vergleichbar (vgl. Taf. IV, Fig. 13*e*). Diese Rotzformen hat Galli-Valerio[1] zuerst gesehen und beschrieben. Sie sind in Parallele zu stellen zu jenen Keulen, welche einige Autoren, Nocard und Roux, Metschnikoff, Mafucci und Fischel bei der Geflügeltuberculose, Czaplewski, Dixon, Babes, Coppen Jones und Hayo Bruns bei der menschlichen Tuberculose beobachtet haben. Sehen wir von der Vacuolenbildung ab, welche auch hier wieder Statt hatte, so waren in den Endkolben keinerlei Differenzirungen zu constatiren. Nicht einmal der Centralfaden liess sich weiter in die Anschwellung hinein verfolgen. Ebenso wenig konnte eine deutliche Keulenkapsel nachgewiesen werden. Ein einziges Mal waren wir in der Lage, einen Befund zu erheben, der eventuell als Kapselbildung gedeutet werden könnte (vgl. Taf. IV, Fig. 16). Wir hüten uns jedoch, aus dieser einen Beobachtung irgend welche Schlüsse zu ziehen. Weitergehende Beachtung verdienen jene Wuchsformen, bei welchen mitten aus der stärksten Keulenanschwellung heraus ein zarter, blasser Seitenspross unter einem nahezu rechten Winkel entspringt (vgl. Taf. IV, Fig. 17). Bestände die Anschauung zu Recht, dass Keulen Involutionsformen darstellen, so wäre eine Zweigbildung ihrerseits ausgeschlossen, denn Involutionsformen sind todt. Man müsste denn gerade annehmen, dass primär bereits die Verzweigung bestand, und erst secundär die Metamorphose der Faden- in die Keulenform sich vollzog. So unzulänglich auch diese Deduction erscheinen mag, wir sind ausser Stande, sie zu widerlegen. Denn es ist uns niemals geglückt, die Entwickelung von Sprossen seitens der Keulen direct zu beobachten.

[1] A. a. O.

In den vorstehenden Ausführungen wurde der Formenkreis eingehend besprochen, welchen der Rotzbacillus in seinem Wachsthum auf künstlichen Nährsubstraten als echter Saprophyt durchläuft. Die nächste Aufgabe bestand jetzt darin, festzustellen, in welcherlei Gestalt der parasitische Pilz im Thierkörper sich ausbreitet. Wie bereits erwähnt, hatte jedoch unser Stamm jedwede Virulenz eingebüsst. So blieb nur der Ausweg, die dialyblen Schilfsäcke heranzuziehen, ein Verfahren, welches den Aufenthalt der Bakterien im Thierkörper unter allen Umständen ermöglicht. In einer früheren Arbeit (18) haben wir bereits alles Wissenswerthe über Anwendung und Technik der Methode mitgetheilt, und wir können uns daher hier nur mit wenigen Erläuterungen begnügen. Von Kaninchen und Meerschweinchen wird aus der Carotis Blut entnommen und — von jedem Versuchsthier besonders — zu Serum verarbeitet. In die vorher sterilisirten Schilfmembranen füllt man das Serum und beschickt es mit der Rotzcultur. Das wohlverschlossene Säckchen wird dann mittels Laparotomie in die Bauchhöhle desselben Versuchsthieres gebracht, welches auch das im Säckchen befindliche Serum lieferte. Es stellte sich nämlich heraus, dass dann die günstigsten Diffusionsverhältnisse zwischen Körpersäften und Blutserum des Schilfsäckchens obwalteten, wenn ein und dasselbe Versuchsthier zur Blutentnahme wie zum Bauchschnitt herhalten musste. Auf diese Weise wurde ein künstlich-parasitisches Wachsthum der Rotzbacillen im Körper von Kaninchen und Meerschweinchen unter Bedingungen erzielt, welche der Norm nahe kommen dürften. Das Ergebniss zahlreicher Versuche lässt sich kurz dahin resumiren. Bereits nach 2 Tagen bildete den vorherrschenden Typus das Rotzstäbchen von gewöhnlichem Kaliber. Seine Grösse betrug in der Regel nur 2 bis 3 μ, höchstens 5 μ, seine Breite 0·1 bis 0·3 μ. Sonst boten die Stäbchen keine weiteren Besonderheiten. Daneben aber traten, in geringerer Menge schon nach 24 Stunden, zierliche Keulenformen auf, welche, im verkleinerten Maassstabe allerdings, genau den Wuchsformen glichen, wie sie uns in den Culturen bereits entgegengetreten sind. Da gab es einfache und Doppelhanteln, Flaschenformen, Torpedos, Birnenformen, die Ausrufezeichen, kurz eine gedrängte Uebersicht der früher beobachteten Gebilde (vgl. Figg. 18, 19). Was ihre Grössenverhältnisse angeht, so maass nach 4tägigem Wachsthum im Thierkörper die längste Keule 4 bis 5 μ, während ihre Dicke 0·5 μ nicht überschritt. Schon hier sei nachdrücklich hervorgehoben, dass das frühzeitige Auftreten der Keulen im Thierkörper (bereits nach 24 Stunden!) den Wahrscheinlichkeitsschluss erlaubt, dass die Keulen einer Evolution und nicht etwa einer Involution ihren Ursprung verdanken. Weiterhin ergaben die Säckchenculturen den auffälligen Befund, dass niemals Fadenbildung

oder Verzweigung festgestellt werden konnte. Eine ähnliche Beobachtung verzeichnen Lubarsch (19) und Galli-Valerio.[1] Dieser hat bei directen Uebertragungsversuchen von Rotzbacillen auf Meerschweinchen und Kaninchen nur kurze Rotzstäbchen sich entwickeln sehen, während Lubarsch bei Impfung in die Dura mater und die Nieren von Kaninchen lediglich lange Stäbchen und Keulen zu Gesicht bekam. So werden wir zu der Annahme hingedrängt, dass der Rotzpilz bei parasitischer Wucherung eine ganz erhebliche Einschränkung seiner Formen und eine Abkürzung jener natürlichen Entwickelungsbahn erfährt, die er als Saprophyt durchmisst. Es erscheint ferner wohl denkbar, sogar wahrscheinlich, dass seine Wachsthumsgeschwindigkeit im Thierkörper gleich so beträchtlich zunimmt, dass einzelne Phasen seiner Entwickelung, insbesondere das Stadium der Zweigbildung, übersprungen werden. Gehen wir diesem Gedanken nach, so erhellt ohne Weiteres, dass der von Haus aus saprophytische Pilz im Laufe seiner phyllogenetischen Entwickelung bei der Anpassung an das lebende Substrat des Thierkörpers einen Theil seiner Wuchsformen preisgegeben hat. Bei der natürlichen Auslese nämlich gingen sicherlich jene Formen siegreich hervor, welche mit dem geringsten Aufwand an Zeit und Mühe sich heranbildeten, während die complicirten, reich gegliederten Gebilde, die Verzweigungen, unterlagen und aus dem parasitischen Formenkreise gänzlich ausschieden. So begreift es sich auch, warum der Rotzbacillus im Thierkörper seine höchste Entwickelungsform, die Astbildung, niemals hervorbringt.

Nachdem wir so die Entwickelung des Rotzbacillus unter den verschiedensten Bedingungen im lebenden und todten Substrat verfolgt haben, liegt es uns ob, die erhobenen Befunde nach einheitlichen Gesichtspunkten zu ordnen. Die traditionelle Classification des Rotzbacillus ist ohne Weiteres fallen zu lassen, nachdem gezeigt wurde, dass der normale Entwickelungsgang zu der typischen, monopodialen Astbildung führt, und folglich eine Scheinverzweigung nach Art der Cladothrix auszuschliessen ist. Denn keinem Bacterium gehört eine echte Verzweigung, eine seitliche Sprossung, an. Gerade dieses Moment zwingt uns vielmehr, den Rotzbacillus zu der Aktinomyces-Gruppe zu versetzen, mit der ihn auch sonst zahlreiche Homologieen verbinden. Die eingehende Arbeit Lachner-Sandoval's über die Gruppe der Strahlenpilze (20) hat erst neuerdings den Verzweigungsmodus des Aktinomyces-Pilzes endgültig klar gestellt. Sie lieferte ferner das wichtige Ergebniss, dass der Strahlenpilz am zweckmässigsten im Hyphomycetensystem untergebracht wird. Vergleicht man diese Beobachtungen über

[1] A. a. O.

das Entstehen der ersten Seitensprossen mit den unserigen, so leuchtet die weitgehende Uebereinstimmung hier wie dort ohne Weiteres ein. Abgesehen von der Gemeinsamkeit des Verzweigungsbefundes ist auch eine auffällige Aehnlichkeit der Keulenformen zu constatiren. Dabei verschlägt es nichts, dass über die Bedeutung der Keulenformen noch keine Einheitlichkeit der Ansichten zu erzielen war. Während einige Autoren, insbesondere Bostroem (21), die Keulen als Degenerationsproducte auffassen, eine Hypothese, der sich auch Lachner-Sandoval[1] anschliesst, erblicken Andere, wie Babes (22) in ihnen Abkapselungen, welche Dauerformen entsprechen dürften. Wir neigen uns für die Keulenformen des Rotzes der letzteren Meinung zu, weil wir beobachten konnten, dass in älteren Culturen die Keulen stets vorherrschten, wenn rings die übrigen Wuchsformen bereits abgestorben waren. Wir glauben auch nicht, dass die Keulenformen die Endglieder in der Entwickelungskette des Rotzes bilden. Versetzt man sie nämlich auf die üblichen Nährmedien, so leben sie wieder auf, und der Kreislauf ihres Lebens beginnt von Neuem. Darnach dürften die Keulen langlebige Formen darstellen, Producte eines periodischen Stillstandes ihres Längenwachsthums, welche unter gewissen Umständen für die Erhaltung der Art einzutreten berufen sind.

Der letzte Artcharakter, der Rotzfaden, den wir als Riesenwuchsform ansprachen, kann gleichfalls mit dem Aktinomyces homologisirt werden. Somit würden sich die Formenkreise völlig decken, wenn nicht in dem gänzlichen Mangel der Fructificationsorgane beim Rotzbacillus ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegeben wäre. Dieser Beweggrund zwingt uns, den Rotzbacillus in eine andere Gattung des Hyphomycetensystems unterzubringen, in welche bereits provisorisch die Erreger von Tuberculose und Diphtherie eingereiht sind.[2] Gerade mit diesen steht auch der Rotzbacillus in innigster Verwandtschaft, sie vereinigen sich zu dem wichtigen Bindeglied zwischen Bakterien und Pilzen. Nicht nur der gleiche Befund der Faden-, Keulen- und Astbildung, auch das völlige Fehlen jedweder Fortpflanzungsorgane beweist den gemeinsamen Ursprung. Das Auftreten von Chlamydosporen beim Tuberkelbacillus (Coppen-Jones[3]) ist von keiner anderen Seite bestätigt worden. Es ist nur eine Frage der Zeit, wann andere Bakterien aus der Classe der Schizomyceten ausscheiden und ebenfalls in das Pilzsystem hinübergenommen werden. Verheissungsvolle Anfänge in dieser Richtung sind bereits zurückgelegt. Hierher gehören die Verzweigungs-

[1] A. a. O.

[2] Die Verzweigungslitteratur von Tuberculose, der ihr nahestehenden Arten, sowie von Diphtherie findet sich in der Anm. 1 citirten Arbeit von E. Levy.

[3] A. a. O.

befunde von Löffler (23) bei den Bacillen der Kälberdiphtherie, von Koch (27) bei Ulcus corneae an Pocken erkrankter Schafe, von Beyerink (25) bei Bacillus radicicola, von Vincenzi (26) bei Bacillus tetani. Ferner die Vibrionen- und Spirillenbefunde: von Metschnikoff (27) bei Vibrio cholerae, jedoch nur in Symbiose mit einem weissen Luftcoccus, von Kutscher (28) bei Spirillum undula und Vibrio serpens, von Zettnow (29) bei Vibrio rugula und Spirillum undula minus, von Sewerin (30) bei Vibrio denitrificans, von Migula (31) bei Microspira tyrogena. Weiterhin die Befunde von Stolz (32) bei seinem Schleimbacterium, von Johan-Olsen (33) bei Bacillus gelatinosus, von Babes (34), E. Levy (35), Czaplewski (36) bei Mycobacterium leprae, von Heim (37) bei Bacterium pyocyaneum, von Grassberger (38) bei Bacterium influencae, von Winkler (39) bei Bacterium coli und Bacillus mesentericus aureus und endlich von Stutzer und Hartleb (40) bei ihrem Hyphomicrobium. Ob alle diese Mikroorganismen auch in der Norm die beschriebenen Eigenschaften durchgehends aufweisen, ob ferner die vorgebrachten Thatsachen schon heute verallgemeinernde, zwingende Schlüsse erlauben, das werden erst weitere Untersuchungen zu entscheiden haben. Für den Rotzbacillus fordern wir aber schon jetzt eine Stelle im Hyphomycetensystem.

Noch sei es mir gestattet, den Herren Professoren J. Forster und E. Levy für die wiederholten, gütigen Rathschläge verbindlichst zu danken.

Anmerkung bei der Correctur. Neuerdings nahm Verfasser Gelegenheit, mehrere Fälle von letal verlaufendem Rotz bei Pferden zu untersuchen. In Kehlgangs- und Bronchiallymphdrüsen, Nasenscheidewand, sowie Rotzknoten der Lunge konnten die üblichen Rotzstäbchen, ferner auch Andeutungen von Keulenformen, nachgewiesen werden. Bei Infectionsversuchen mit dem hochvirulenten Material wurden in den Organen von Meerschweinchen gleichfalls nur Stäbchen gewöhnlichen Kalibers und kleinere Keulen aufgefunden. Bei Wachsthum auf den bekannten Nährmedien hingegen, besonders bei Glycerinzusatz, stellten sich nicht nur längere Fäden, sondern neben stattlichen Keulenformen auch typische Verzweigungen ein, wie sie in dieser Arbeit abgehandelt sind. So werden durch diese Befunde, die an äusserst virulenten Stämmen erhoben wurden, unsere früheren Untersuchungen ergänzt und bestätigt.

Inzwischen haben Lehmann und Neumann in der 2. Aufl. ihres „Atlas und Grundriss der Bakteriologie“ zum Theil auch auf Grund eigener, leider unveröffentlicht gebliebener Beobachtungen den Rotzbacillus als Corynebacterium malleï bezeichnet. Wir können, auch auf unsere Ergebnisse hin, die Annahme dieser Nomenclatur nur warm befürworten.

Litteratur,

1. E. Levy, *Centralblatt f. Bakteriologie u. Parasitenkunde.* 1899. Bd. XXVI. Nr. 1. S. 1—11.

2. H. Marx, *Ebenda.* 1899. Bd. XXV. Nr. 8/9. S. 274—278.

3. Br. Galli-Valerio, *Ebenda.* 1899. Bd. XXVI. Nr. 6. S. 177—180.

4. W. Migula, *System der Bakterien.* Jena 1897. Bd. I. S. 309.

5. Semmer, *Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin.* 1895. Bd. XXI. S. 212 bis 216.

6. Baumgarten, *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.* 1888. Bd. III. S. 397.

7. Weichselbaum, *Wiener med. Wochenschrift.* 1885. Nr. 23. S. 737.

8. Löffler, *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1886. Bd. I. S. 183.

9. Noniewicz, *Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin.* 1891. Bd. XVII. S. 196 bis 208.

10. A. Fischer, *Vorlesungen über Bakterien.* Jena 1897. S. 26.

11. Derselbe, *Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen u. Bakterien.* Jena 1896. S. 94.

12. V. Babes, *Diese Zeitschrift.* 1895. Bd. XX. S. 412—433.

13. Coppen-Jones, *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.* 1895. Bd. XVII. S. 9.

14. Babes, *Diese Zeitschrift.* 1889. Bd. V. Taf. II. Figg. 14 u. 16.

15. Meyerhof, *Archiv für Hygiene.* 1898. Bd. XXXIII. S. 1—38.

16. Preisz, *Annales de l'Institut Pasteur.* 1894. T. VIII. Pl. IX. Fig. V.

18. Conradi, *Diese Zeitschrift.* 1899. Bd. XXXI. S. 287—313.

19. Lubarsch, *Ebenda.* 1899. Bd. XXXI. S. 187.

20. Lachner-Sandoval, *Ueber Strahlenpilze.* Eine bakteriologisch-botanische Untersuchung. Bonn 1898. S. 1—75.

21. Bostroem, Ziegler's *Beiträge zur pathol. Anatomie und allgem. Pathologie.* 1891. Bd. IX. S. 1—240.

22. Babes, *Diese Zeitschrift.* 1895. Bd. XX. S. 423.

23. Löffler, *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1884. Bd. II. S. 491.

24. Koch, *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1881. Bd. I. Taf. VIII. Nr. 47 u. 48.

25. Beyerink, *Botan. Zeitung.* Jahrg. 46. 1888. Nr. 46. S. 732.

26. Vincenzi, *La Riforma med.* 1893. Nr. 35. Ref. *Centnalblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.* 1893. Bd. XIV. Nr. 5. S. 149.

27. Metschnikoff, *Annales de l'Institut Pasteur.* 1894. T. VIII. Nr. 8 p. 550.

28. Kutscher, *Diese Zeitschrift.* 1895. Bd. XX. S. 46.

29. Zettnow, *Ebenda.* 1897. Bd. XXIV. S. 72. Taf. II. Figg. 65—73.

30. Sewerin, *Centralblatt f. Bakteriologie u. Parasitenkunde.* Abth II. Bd. III. Nr. 19/20. S. 515.

31. W. Migula, *System der Bakterien.* Jena. 1900. Bd. II. Taf. XVII. Fig. 2.

32. Stolz, *Archiv für Hygiene.* Bd. XXX. S. 156—167.

33. Johan Olsen, *Centralblatt für Bakteriologie u. Parasitenkunde.* Abth. II. Bd. III. Nr. 11/12. S. 279.

34. Babes, *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.* 1899. Bd. XXV. Nr. 4.

35. E. Levy, *Archiv für Hygiene.* 1897. Bd. XXX. S. 168—183.

36. Czaplewski, *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.* 1898. Bd. XXIII. Nr. 3—4. S. 100.

37. Heim, *Lehrbuch der Bakteriologie.* Stuttgart 1898. S. 345.

38. Grassberger, *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.* Abth. I. 1898. Bd. XXIII. Nr. 9. S. 361.

39. Winkler, *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.* II. Abtheil. 1899. Bd. V. Nr. 16/17. S. 569—579. — Nr. 18/19. S. 617—630.

40. Stutzer und Hartleb, Mittheilungen aus dem landwirthschaftl. Institut der Breslauer Universität. 1899. Ref. *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.* 1899. II. Abthlg. Bd. V. Nr. 20. S. 678.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. III—IV.)

(Photogramme und Zeichnungen sind bei 1000facher Vergrösserung hergestellt.)

Tafel III.

Figg. 1—3. Photogramme von Carbolfuchsinpräparaten 3—4tägiger Glycerin Agarculturen des Rotzbacillus.

Tafel IV.

Fig. 4. Spitzenwachsthum eines Rotzfadens.

Fig. 5 u. **6***a*, *b*. Anätzung der Wand von Rotzfäden, 8täg. Glycerinbouillon-cultur.

Fig. 7 *a*, *b*, *c*, *d*. Bildung und fortschreitende Entwickelung eines Seitenästchens.

Fig. 8 *a*, *b*, *c*, *d*. **Fig. 9.** Verschiedene, vorgeschrittene Verzweigungsstadien.

Fig. 10 *a*, *b*. Keulenformen mit zierlicher Verästelung ihres Stiels.

Fig. 11 *a*, *b*. *c*, *d*. Kleinere Keulenformen.

Fig. 12 *a*, *b*, *c*. **Fig. 13** *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. Verschiedene jüngere und ältere Keulen- und Kolbenformen; einzelne wie 12*b*, 13*b*, mit deutlicher Fragmentirung.

Fig. 14 *a*, *b*. Kugelförmige Auftreibungen im Verlaufe des Fadens.

Fig. 15 *a*, *b*. Zerfall eines Fadens in rundliche, kokkenartige Theilstücke.

Fig. 16. Deutliches Hervortreten der Hüllmembran an der Keulenanschwellung (Keulenkapsel?).

Fig. 17. Verästelung der Keulenanschwellung, sowie des Keulenstiels.

Fig. 18 u. **19.** Verschiedene Keulen- und Kolbenformen, Hanteln und Doppelhanteln, 24stündige Schilfsack-Cultur.

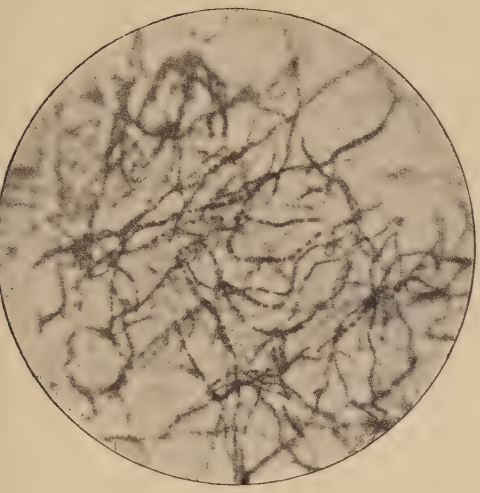


Fig. 1.

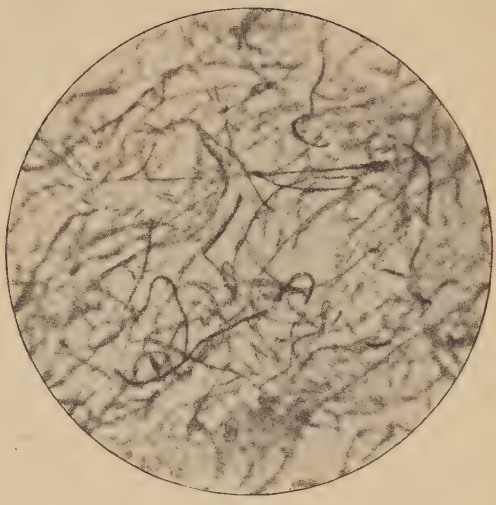


Fig. 2.

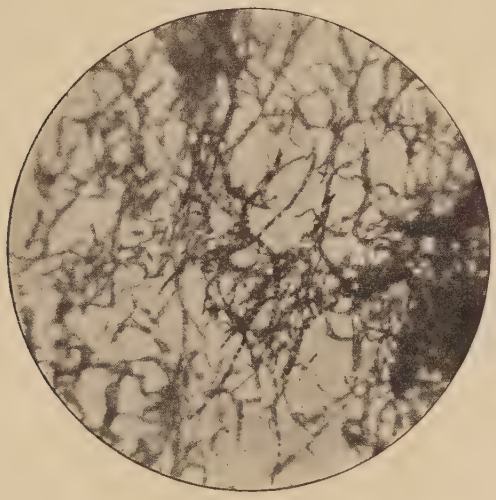
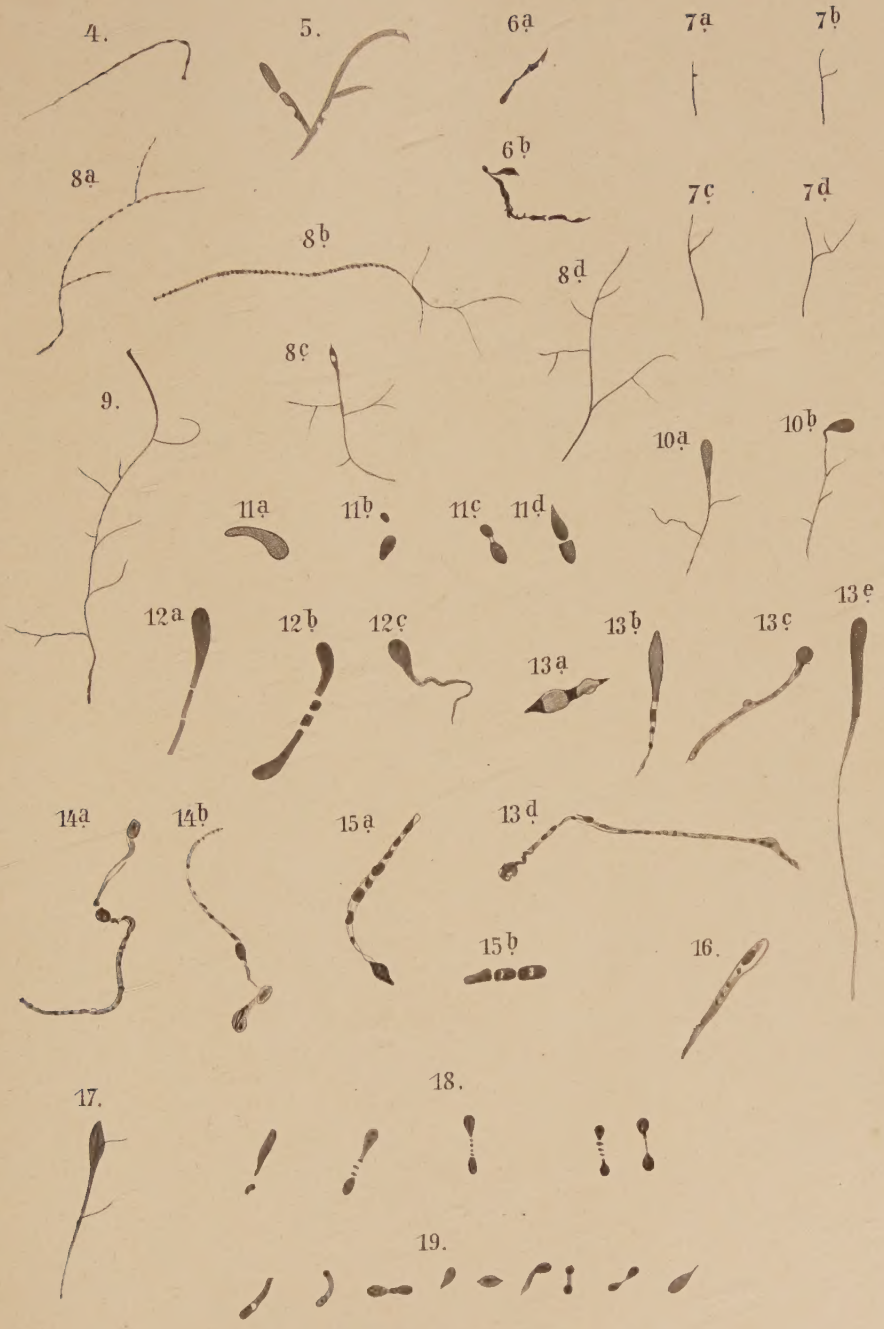


Fig. 3.

Verlag von VEIT & COMP., Leipzig.



H. Conradi gez. Verlag Veit & Comp. Leipzig. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Archiv für Anatomie und Physiologie.

Fortsetzung des von **Reil, Reil** und **Autenrieth, J. F. Meckel, Joh. Müller, Reichert** und **du Bois-Reymond** herausgegebenen Archives.

Herausgegeben von

Dr. Wilh. His, und **Dr. Th. W. Engelmann,**

Professor der Anatomie an der Universität Leipzig, Professor der Physiologie an der Universität Berlin.

Vom „**Archiv für Anatomie und Physiologie**" erscheinen jährlich 12 Hefte in gr. 8 in eleganter Ausstattung mit Abbildungen im Text und Tafeln. 6 Hefte davon entfallen auf den anatomischen und 6 auf den physiologischen Theil.

Der Preis des Jahrganges ist 54 ℳ.

Auf die **anatomische** Abtheilung (Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgegeben von W. His) kann ebenso wie auf die **physiologische** Abtheilung (Archiv für Physiologie, herausgegeben von Th. W. **Engelmann**) **separat** abonnirt werden. Der Preis der anatomischen Abtheilung beträgt für Einzelbezug 40 ℳ, der Preis der physiologischen Abtheilung 26 ℳ.

Skandinavisches Archiv für Physiologie.

Herausgegeben von

Dr. Robert Tigerstedt,

Professor der Physiologie zu Stockholm.

Das „Skandinavische Archiv für Physiologie" erscheint in Heften. 5—6 Hefte bilden einen Band. Der Preis des Bandes beträgt 22 ℳ.

Neurologisches Centralblatt.

Übersicht der Leistungen auf dem Gebiete der Anatomie, Physiologie, Pathologie und Therapie des Nervensystems einschliesslich der Geisteskrankheiten.

Herausgegeben von

Prof. Dr. E. Mendel in Berlin.

Monatlich erscheinen zwei Hefte. Preis des Jahrganges 24 ℳ. Gegen Einsendung des Abonnementspreises von 24 ℳ direct an die Verlagsbuchhandlung erfolgt regelmässige Zusendung unter Streifband nach dem In- und Auslande.

Centralblatt für praktische Augenheilkunde.

Herausgegeben von

Prof. Dr. J. Hirschberg in Berlin.

Preis des Jahrganges (12 Hefte) 12 ℳ; bei Zusendung unter Streifband direkt von der Verlagsbuchhandlung 12 ℳ 80 ₰.

Dermatologisches Centralblatt.

Internationale Rundschau auf dem Gebiete der Haut- und Geschlechtskrankheiten.

Herausgegeben von

Dr. Max Joseph in Berlin.

Monatlich erscheint eine Nummer. Preis des Jahrganges, der vom October des einen bis zum September des folgenden Jahres läuft, 12 ℳ. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes, sowie direct von der Verlagsbuchhandlung.

Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten.

Herausgegeben von

Dr. R. Koch, Geh. Medicinalrath und Director des Institutes für Infectionskrankheiten zu Berlin, und **Dr. C. Flügge,** o. ö. Professor und Director des hygienischen Institutes der Universität Breslau.

Die „*Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten*" erscheint in zwanglosen Heften. Die Verpflichtung zur Abnahme erstreckt sich auf einen Band im durchschnittlichen Umfang von 30—35 Druckbogen mit Tafeln; einzelne Hefte sind nicht käuflich.